Über die Spaltöffnungen der Assimilationsorgane und Perianthblätter einiger Xerophyten

von

Johanna Menz.

Arbeit aus dem botanischen Institut der Universität Graz.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Februar 1910.)

Die Pflanzen trockener Standorte treffen bekanntlich allerlei Einrichtungen, um die Transpiration auf ein möglichst geringes Maß herabzusetzen, und zwar weisen vorzugsweise die Spaltöffnungen, welchen bei dem Transpirationsprozeß eine so bedeutende Rolle zukommt, die verschiedensten Anpassungsmerkmale auf, die eine Verringerung der Wasserabgabe ermöglichen sollen. Insbesondere zeigen die Laubblätter, da sie längere Zeit hindurch den Gefahren zu starker Transpiration ausgesetzt sind, eine oft weitgehende xerophytische Anpassung im anatomischen Bau der Spaltöffnungen.

Es fragt sich nun, ob bei solchen Pflanzen auch in den Perianthblättern (Perigon oder Corolla), die doch nur eine relativ kurze Lebensdauer besitzen und häufig in der nassen Jahreszeit oder gleich nach dieser zur Entfaltung gelangen, die Spaltöffnungen in ihrem Bau mit den xerophytisch angepaßten der Laubblätter übereinstimmen oder ob und inwieweit sie von diesen abweichen.

Unterschiede in der Ausbildung der Schutzeinrichtungen des Spaltöffnungsapparates sind von Haberlandt[1] für verschiedene Seiten ein- und desselben Laubblattes entdeckt

[1] Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie, 1904, p. 411.

worden, solche Schutzeinrichtungen prägen sich »auf jener Blattseite, auf welcher erhöhte Beleuchtung und Erwärmung die Transpiration ansehnlich steigern« entschiedener aus. Bei *Populus pyramidalis* sind z. B. die Spaltöffnungen der Blattoberseite meist vertieft; »die äußeren Atemhöhlen sind in Form seichter Trichter ausgebildet. Auf der Unterseite ist die Einsenkung der Spaltöffnung kaum angedeutet«.[1] Bei *Plantago major* sind die Vorhöfe der Blattoberseite bedeutend weiter als jene der Blattunterseite.[2]

Bezüglich der Unterschiede zwischen Laubblatt- und Perianthspaltöffnungen mögen die im folgenden dargelegten Befunde einen Aufschluß geben.

Des Vergleiches halber sei immer der Beschreibung der Perianthspaltöffnungen diejenige der Blattspaltöffnungen vorangeschickt, wenngleich die meisten der letzteren bekannt und beschrieben sind.

I. Hakea pugioniformis Cav.

Die Blätter dieser Proteacee zeigen eine weitgehende xerophytische Anpassung, die sich besonders im anatomischen Bau der Spaltöffnungen äußert.

Die Schließzellen sind mit zwei Paar Nebenzellen unter das Niveau der übrigen Epidermiszellen eingesenkt, von welch letzteren die Nebenzellen in ihrer Größe sowie in der Dicke ihrer Wände nicht unwesentlich abweichen; die Nebenzellen sind viel kleiner, ihre Außenwände, obwohl ebenfalls verdickt, dennoch ungleich dünner als die der übrigen Epidermiszellen. (Taf. I, Fig. 1.) Durch die tiefe Einsenkung des Spaltöffnungsapparates grenzt je eine Radialwand des ersten normal ausgebildeten Epidermiszellenpaares zu ihrem großen Teile an die äußere Atemhöhle. Diese Radialwände sind ebenfalls verdickt, zumal in ihrer oberen Partie, wo sie mit der stark verdickten tangentialen Außenwand beiderseits einen vorspringenden Höcker bilden. Durch diese beiden Höcker wird der Eingang in die äußere Atemhöhle von außenher bedeutend

---

[1] Haberlandt, l. c., p. 411, Fig. 170, A und A_1.

[2] Ebenda, Fig. 170, B und B_1.

verengt. Dies allein schon hat eine Herabsetzung der Transpiration zur Folge.

Die Schließzellen selbst sind klein, dickwandig, mit querspaltenförmigem Lumen und wohl ausgebildeten äußeren Cuticularleisten, welche einander berühren und einen Verschluß des Vorhofes ermöglichen. Die hinteren Cuticularleisten sind kaum angedeutet.

Die unscheinbaren weißen Blüten mit ursprünglich vereinigten und später getrennten Blättern, welche das Aussehen von Staubblättern haben (da die Filamente vollständig mit ihnen verwachsen und nur die Antheren frei sind), ermangeln gänzlich funktionsfähiger Spaltöffnungen. Diese scheinen in diesen Organen eine völlige Rückbildung erfahren zu haben, denn von den zahlreichen Blüten, die auf das Vorhandensein von Spaltöffnungen untersucht wurden, waren die meisten spaltöffnungsfrei und an den wenigen Exemplaren, wo vereinzelt eine Spaltöffnung auftrat, war dieselbe nicht normal ausgebildet.

Ebensowenig finden sie sich an den Blütenstielen vor. Dagegen treten sie gar nicht so spärlich, wenn auch nicht eben häufig, an den Kurztrieben auf, an welchen die Blüten entspringen. Diese Spaltöffnungen zeigen in mancher Hinsicht einen übereinstimmenden Bau mit denen der Laubblätter, weichen aber zum Teil von ihnen ab. An den Blättern sind die Spaltöffnungen durch ihren Bau in ausgezeichneter Weise geeignet, die Transpiration herabzusetzen; an den erwähnten Kurztrieben sind aber die Spaltöffnungen von vornherein in einer geschützteren Lage, indem sie nämlich von Haaren bedeckt sind, welche die genannten Sprosse dicht bekleiden, somit ist schon dadurch die Gefahr eines zu starken Wasserverlustes an dieser Stelle verringert. Zum Teil wird auch durch die im Vergleich zu den Blättern verhältnismäßig geringe Anzahl der Spaltöffnungen die Transpiration eingeschränkt. Endlich wird auch durch den Bau der Spaltöffnung selbst, wenn auch nicht in so hohem Maße wie in den Laubblättern, eine Herabsetzung der Transpiration bedingt.

Es soll nun auf diesen Bau etwas näher eingegangen werden. (Taf. I, Fig. 2.)

Vor allem ist eine wohl ausgebildete äußere Atemhöhle vorhanden, doch sind die Außenwände der an dieselbe grenzenden Epidermiszellen nicht sehr stark verdickt und bilden im Gegensatz zu denen des Laubblattes keine vorspringenden Höcker. Es wölben sich vielmehr die Zellen etwas gegen den Hohlraum vor.

Ein Paar von Epidermiszellen allein weicht in seiner Gestalt von den übrigen etwas ab; diese können als Nebenzellen bezeichnet werden. Sie sind nicht unbedeutend eingesenkt und liegen ungefähr im Niveau der ersten subepidermalen Parenchymzellreihe. Auch die Nebenzellen wölben sich gegen die Atemhöhle vor, und zwar viel stärker als die darüber liegenden Epidermiszellen. Es kommt auf diese Weise eine aus zwei Etagen bestehende äußere Atemhöhle zustande, wobei die untere Etage durch einen verhältnismäßig engen Spalt von der oberen getrennt ist.

Die Schließzellen werden von den Nebenzellen teilweise überdacht; in ihrem Gesamtbau weichen sie von denen der Blätter nicht wesentlich ab, nur sind die Lumina etwas größer; außerdem konnte ich keine besonderen Einrichtungen feststellen, welche einen vollkommenen Verschluß des Vorhofes ermöglichen. Die hinteren Cuticularleisten sind nur als kleine spitzige Fortsätze angedeutet.

Es zeigt also der gesamte Spaltöffnungsapparat vielfach Anklänge an denjenigen der Laubblätter. Vor allem kommt es auch zur Ausbildung einer wenn auch anders gebauten äußeren Atemhöhle.

II. **Aloë nigricans** Haw. (= **Gasteria nigricans** Haw.)

Die fleischigen Blätter sind mit einer äußerst dickwandigen äußeren Epidermis versehen, die eine stark skulpturierte Cuticula aufweist. Entsprechend der Dicke der Wände, welche durch die außerordentliche Mächtigkeit der Cuticularschichten bedingt wird, sind die Spaltöffnungen tief eingesenkt. (Taf. I, Fig. 3.) Die äußere Atemhöhle wird durch eine wachs- oder harzartige Masse verstopft.[1]

---

[1] Th. Wulff. Studien über verstopfte Spaltöffnungen. Österr. bot. Zeitschrift 1898, p. 253.

Diese Verstopfung trägt zur Verringerung der Transpiration bei, ohne jedoch infolge der Porosität der Substanz den Gasaustausch zu verhindern.

Ein vollständiger Verschluß des Vorhofes ist durch die zwei dicken, hakig gekrümmten Cuticularleisten ermöglicht, welche ebenso wie die gesamte Cuticula verschiedene Skulpturen zeigen.

Die Hinterhofleisten sind gleichfalls wohl entwickelt, berühren einander und schließen mitunter einen verschwindend kleinen Hinterhof ein.

Die Cuticula zieht sich längs der Bauchwand gegen die innere Atemhöhle hin bis zum Anschluß an die Assimilationszellen. Hautgelenke, welche die Beweglichkeit der Schließzellen gewährleisten, sind ebenfalls wohl entwickelt.

Die Blüten haben ein röhriges Perigon, dessen Blätter im unteren Teile miteinander verwachsen, oben hingegen frei sind. Im Inneren des Perigons ist daher immer eine größere oder geringere Menge von Wasserdampf enthalten, welche die Austrocknungsgefahr verringert. Es ist daher von vornherein zu erwarten, daß die Spaltöffnungen der Außenseite in ihrem Bau von jenen der Innenseite abweichen. Dies trifft nun tatsächlich zu.

In den oberen freien Teilen der Perigonblätter sind auf der Außen- sowie auf der Innenseite ziemlich zahlreiche Spaltöffnungen vorhanden, welche gegen den verwachsenen Teil zu immer mehr an Zahl abnehmen, um schließlich in der unteren Region ganz zu fehlen.

Während nun die Spaltöffnungen der Außenseite, wenn auch mit einigen Modifikationen, immer noch gewisse Anklänge an die der Laubblätter zeigen, weisen die der Innenseite ein von diesen völlig abweichendes Verhalten auf.

Die Spaltöffnungen der Außenseite sind, entsprechend der geringeren Dicke der Epidermisaußenwände, erheblich weniger, aber immerhin nicht unbedeutend eingesenkt, eine Verstopfung der äußeren Atemhöhle findet jedoch nicht statt. (Taf. I, Fig. 4.)

Die Cuticularschichte ist auch hier noch verhältnismäßig dick und weist die für die Laubblattepidermis charakteristische Skulpturierung auf. Es bildet auch die Cuticula ziemlich

mächtige Vorhofleisten, welche, ähnlich wie im Laubblatt, hakig gekrümmt sind, jedoch nicht immer einen vollständigen Verschluß des Vorhofes ermöglichen.

Ebenso sind auch die hinteren Cuticularhörnchen ausgebildet, können aber den Hinterhof von der inneren Atemhöhle nicht abtrennen.

Betrachten wir nun die Spaltöffnungen der Innenseite (Taf. I, Fig. 5), so fällt uns vor allem auf, daß sie entweder gar nicht oder nur ganz minimal eingesenkt sind. Eine äußere Atemhöhle ist mithin gar nicht vorhanden, nicht einmal angedeutet, ja es können die Cuticularleisten zuweilen sogar etwas über das Niveau der übrigen Epidermiszellen vorragen. Doch sind sie wohl entwickelt und können mitunter mit ihren Rändern einander berühren, so daß der Vorhof gegen außen abgeschlossen wird. Auch die Hinterhofleisten sind ausgebildet, eine innere Atemhöhle ist vorhanden. Der Unterschied zwischen den Laubblatt- und den Perigonspaltöffnungen ist hier also ein sehr beträchtlicher, was eben mit den verschiedenen Ansprüchen auf Transpirationsschutz zusammenhängt.

III. **Aloë spiralis** L. (= **Apicra spiralis** [L.] Bak.)

Bei dieser mit der eben besprochenen nahe verwandten Aloinee ist die Cuticularschichte der Blattepidermis von geringerer Mächtigkeit als bei jener. Dennoch ist der Grad der Einsenkung derselbe, da über den Nebenzellen der Spaltöffnung die Cuticularschichten sich zu einem Wall emporrichten, welcher die Bildung der äußeren Atemhöhle zur Folge hat. (Taf. I, Fig. 6.) An einer Stelle (*H*) ist die Wand besonders dünn und bildet das äußere Hautgelenk. Zwei mächtige, mit Skulpturen versehene, vordere Cuticularleisten verschließen den Eingang in den Vorhof, ebenso wird der kleine Hinterhof durch zwei wohl entwickelte Leisten von der inneren Atemhöhle abgegrenzt.

Auch hier kommt wie bei der obigen Gattung eine weitgehende xerophytische Anpassung im anatomischen Bau der Spaltöffnung zum Ausdruck. Wie sind nun die Spaltöffnungen der Perigonblätter gebaut?

Die Blüte ist ähnlich gestaltet wie bei *A. nigricans*, nur etwas größer; auch trifft man (allerdings in spärlicher Anzahl) Spaltöffnungen auf der Außen- sowie auf der Innenseite der Perigonblätter an.

Es seien zunächst die der Außenseite beschrieben. (Taf. I, Fig. 7.) Wie in den Laubblättern sind auch in den Perigonblättern die Cuticularschichten weniger mächtig entwickelt als bei *A. nigricans*. Immerhin sind die Außenwände der Epidermis bedeutend dicker als die Innenwände.

Zur Ausbildung einer äußeren Atemhöhle kommt es eigentlich nicht, es wäre denn, daß man als solche den seichten Hohlraum bezeichnen wollte, der sich über der Spaltöffnung befindet.

Vordere und hintere Cuticularleisten sind vorhanden; erstere sind recht wohl entwickelt und verschließen den Vorhof.

Auf der Innenseite der Perigonblätter haben die mit einer zarten Cuticula versehenen Epidermiszellen verhältnismäßig dünne Außenwände, welche sich papillös vorwölben; eine äußere Atemhöhle ist gar nicht angedeutet. Die äußeren Cuticularleisten sind noch ziemlich gut ausgebildet, die hinteren dagegen nur noch angedeutet. (Taf. I, Fig. 8.)

Die Schließzellen mit ihren dünnen Rücken- und den dickeren Bauchwänden, mit den wohl entwickelten Hautgelenken gleichen dem Spaltöffnungstypus mittlerer Feuchtigkeitsverhältnisse, weichen dagegen von denen der Laubblätter und auch von denen der Außenseite des Perigons wesentlich ab.

IV. **Nerium Oleander** L.

An der Unterseite der Laubblätter treten die Spaltöffnungen bekanntlich an den Wänden von Hohlräumen auf, welche als gemeinsame Atemhöhlen bezeichnet werden können; dadurch allein schon befinden sie sich in einer geschützten Lage. Zudem ist die Höhlung von Trichomen ausgekleidet, was den Gasaustritt und somit auch die Transpiration erschwert.

Die Schließzellen selbst (Taf. I, Fig. 9) zeigen in diesem Falle keine xerophytische Anpassung. Sie sind mit ihren Nebenzellen über das Niveau der übrigen Epidermiszellen erhoben. Die Wände sind stark verdickt, so daß das Lumen querspalten-

förmig wird. Die Cuticularschicht ist nur von geringer Mächtigkeit; die äußeren Cuticularleisten sind nur schwach ausgebildet und ziemlich weit voneinander entfernt, ein Verschluß des Vorhofes kommt somit nicht zustande. Die inneren Cuticularleisten sind kaum angedeutet.

An den Blütenblättern treten die Spaltöffnungen auf der Außenseite einzeln auf, ermangeln also einer gemeinsamen äußeren Atemhöhle und sind sehr spärlich vorhanden.

Vergleichen wir diese Spaltöffnungen (Taf. I, Fig. 10) mit denen der Laubblätter, so ergibt sich folgendes:

Vor allem zeigt sich ein erheblicher Größenunterschied zwischen den Schließzellen, indem die der Blüten in radialer Richtung gemessen ungefähr 2- bis $2^1/_2$ mal so groß sind als die der Laubblätter.

Die Breite des ganzen Apparates (Entfernung der beiden Rückenwände) ist im oberen breitesten Teile *(R R)* bei den Blüten ungefähr doppelt so groß wie beim Laubblatt.

In der Form zeigt sich eine Übereinstimmung mit den Spaltöffnungen der Laubblätter; nur sind die Wände weniger verdickt, die Lumina daher größer. Auch sind die Cuticularleisten viel deutlicher ausgebildet, doch ist ein Verschluß des Vorhofes hier gleichfalls ausgeschlossen.

Die inneren Cuticularleisten sind nur angedeutet.

Abgesehen von den Dimensionen besteht demnach kein wesentlicher Unterschied zwischen den Spaltöffnungen der Laub- und der Blütenblätter, es fehlt aber letzteren der Schutz, welcher durch die Einsenkung und die Ausbildung der mit Trichomen versehenen gemeinsamen äußeren Atemhöhle gegeben ist.

Dagegen ist das Auftreten der Spaltöffnungen auf den Blütenblättern ein sehr spärliches.

V. **Melaleuca acerosa** Schau.

Die xerophytische Anpassung der Laubblätter spricht sich schon in ihrer nadelförmigen Gestalt aus.

Auch die Ausbildung des Spaltöffnungsapparates trägt dem Bedürfnis nach Herabsetzung der Transpiration in vorzüglicher Weise Rechnung.

Auf einem Querschnitt durch das ausgewachsene Blatt (Taf. II, Fig. 1) erhält man von den Spaltöffnungen folgendes Bild:

Die Schließzellen sind unter das Niveau der übrigen Epidermiszellen eingesenkt und von nicht unbedeutender Größe. Die Wände sind stark verdickt, so daß das Lumen querspaltenförmig erscheint; sie bestehen aus einer mächtigen Celluloseschicht, über welcher sich außen eine dünne Cuticularschicht hinzieht. Die Cuticularschicht der Epidermiszellen ist hingegen sehr mächtig.

Ihrer eingesenkten Lage zufolge grenzen die Schließzellen mit ihren Rückenwänden nur an den unteren Teil der Radialwände der Nebenzellen, die letzteren grenzen an den Hohlraum *V* über den Schließzellen und zeichnen sich (wie die übrigen Epidermiszellen) durch eine sehr stark entwickelte Cuticularschichte aus, welche an der Grenze zwischen Schließ- und Nebenzellen noch über den Außenwänden der ersteren sich erhebt und den freien Teil der Radialwand der letzteren bildet.

Im oberen Teil ist die Cuticularschicht beiderseits leistenartig ausgezogen *(C)* und verengert dadurch den Eingang in den Hohlraum. Seine Seitenwände sind mit höckerartig und wulstförmig vorspringenden Verdickungen *(H)* versehen.

Ein Oberflächenschnitt (Taf. II, Fig. 2) und ein radialer Längsschnitt (Taf. II, Fig. 3) bringen noch größere Klarheit über diese Verhältnisse.

Am Oberflächenschnitt sehen wir zu oberst eine kleine elliptische Öffnung *O*, deren längere Achse im Sinne der Zentralspalte verläuft. Darunter nehmen wir eine zweite Öffnung O_1 wahr, welche in der Richtung senkrecht darauf gestreckt ist und einen bedeutenderen Längsdurchmesser als die obere Öffnung hat. Die obere kleinere Öffnung kommt dadurch zustande, daß die äußersten Cuticularschichten leistenförmig die darunter befindliche Höhlung (zumal in der Richtung des längeren Durchmessers) überdachen.

Zuweilen kann die Öffnung noch kleiner sein als im vorliegenden Fall, die Höhlung kann auch in der Richtung des kürzeren Durchmessers ziemlich weit überdacht werden, so daß wir an nicht ganz medianen Querschnitten Bilder bekommen

können, wo der Hohlraum über den Schließzellen durch eine Cuticularschicht von der Außenwelt vollkommen abgeschlossen erscheint.

Die darunter befindliche Öffnung stellt den Eingang in den unteren Teil des Hohlraumes dar; die vorspringenden Hörnchen *H* entsprechen den an den Seitenwänden auftretenden Verdickungen.

An den Schließzellen selbst findet man dort, wo sonst die äußeren Cuticularleisten auftreten, nichts Derartiges vor.

Was für einen Teil des Spaltöffnungsapparates dieser Hohlraum darstellt, wird sich aus dem Späteren ergeben.

Einstweilen vergleichen wir diesen Spaltöffnungsapparat mit demjenigen der Kronblätter, und zwar ihrer Innenseite. (Taf. II, Fig. 4.) Die Spaltöffnungen befinden sich hier in bezug auf Transpiration in einer geschützteren Lage; in der Tat sind die Schließzellen unter das Niveau der übrigen Epidermiszellen nicht eingesenkt, sie haben stark verdickte Wände, ein querspaltenförmiges Lumen und zwei sehr kräftig entwickelte, emporragende Cuticularleisten, welche einen Verschluß des Vorhofes ermöglichen.

Auf der Außenseite der Blütenblätter ist die Transpirationsgefahr eine größere, die Spaltöffnungen sind in geringerer Anzahl vorhanden als auf der Innenseite; teilweiser Schutz gegen zu starken Wasserverlust ist durch ihr spärliches Auftreten gegeben. In der Ausbildung weichen sie von denen der Innenseite nur wenig ab. (Taf. II, Fig. 5.) Die Cuticularleisten sind noch mächtiger entwickelt und weisen schwach vorspringende Skulpturen auf. Eine besondere xerophytische Anpassung macht sich sonst auch hier nicht bemerkbar.

Wie verhalten sich nun diese Spaltöffnungen zu jenen der Laubblätter? In welcher Weise haben letztere sich differenziert, um den an sie gestellten Anforderungen hinsichtlich starker Herabsetzung der Transpiration besser zu entsprechen?

Der große Hohlraum über den Schließzellen, von dem vielfach die Rede war, könnte a priori den Eindruck einer äußeren Atemhöhle machen, doch würden in diesem Falle die Schließzellen der äußeren Cuticularleisten entbehren.

Ist es nun wahrscheinlich, daß die in den Blütenblättern so wohl entwickelten Cuticularleisten an den Spaltöffnungen der Laubblätter überhaupt nicht zur Ausbildung gelangen, ja gar nicht angedeutet sind?

Aus der vergleichenden Beobachtung von Schnitten durch Laubblätter verschiedenen Alters ergibt sich tatsächlich, daß wir es hier nicht mit einer äußeren Atemhöhle, sondern mit einem großen Vorhof zu tun haben, der oben von den zwei in diesem Falle besonders gestalteten Cuticularleisten der Schließzellen begrenzt ist.

An ganz jungen Blättern (Taf. II, Fig. 6) unterscheiden sich die Schließzellen von den übrigen Epidermiszellen im wesentlichen nur durch die dickere Celluloseschicht der tangentialen Außenwand und das entsprechend kleinere Lumen. Die Mächtigkeit der Cuticularschicht ist noch für sämtliche Zellen die gleiche.

In einem etwas vorgerückteren Stadium (Taf. II, Fig. 7) bilden sich zwei kräftige, schräg aufwärts gerichtete Cuticularleisten aus, die einen Vorhof einschließen.

Durch radiale Streckung der unteren Teile der Cuticularleisten, die mit der gleichsinnigen Streckung der benachbarten Epidermiszellen gleichen Schritt hält, wird der Vorhof immer tiefer und nimmt gleichzeitig an Weite zu. (Taf. II, Fig 8 und 9.) Dadurch erscheinen die beiden Schließzellen stark unter die Oberfläche der Epidermis hinabgerückt und entbehren natürlich scheinbar der äußeren Cuticularleisten, denn diesen entsprechen ja, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, die die scheinbare äußere Atemhöhle überdachenden breiten Cuticularleisten.

Während die Wände des bereits sehr weiten Vorhofes anfänglich ziemlich glatt sind, treten an ihnen die oben beschriebenen höckerförmigen Verdickungen auf. (Taf. II, Fig. 9 *H.*) Fig. 10 (Taf. II) entspricht der Oberflächenansicht einer Spaltöffnung in einem solchen Stadium.

Daß der »windstille Hohlraum« über den Spaltöffnungen auf andere Weise als durch »Ausbildung einer äußeren Atemhöhle«, nämlich »durch Erweiterung des Vorhofes«, »geschaffen

werden« kann, ist von Haberlandt[1] für die Laubblätter von *Cypripedium venustum* und andere nachgewiesen worden. Doch ist hier der Charakter der Höhle als Vorhof noch deutlich erhalten geblieben. Auch bei anderen Myrtaceen (*Melaleuca-*, *Metrosideros-*Arten) kommen große Vorhöfe vor, welche von mächtigen Cuticularleisten geschlossen sind und welche ebenfalls sofort als solche kenntlich sind, da die Cuticularleisten nicht so vielfache Modifikationen erleiden wie bei *Melaleuca acerosa;* so wären die von Tschirch[2] beschriebenen Spaltöffnungen von *Melaleuca uncinata*[3] und *Metrosideros polymorpha*[4] hierher zu rechnen. Bei

VI. Melaleuca armillaris Lin.

gleichen die Spaltöffnungen der ausgewachsenen Laubblätter (Taf. II, Fig. 11) denen der jungen Blätter von *Melaleuca acerosa* (Taf. II, Fig. 7) in der Ausbildung der äußeren Cuticularleisten; ferner sind hier auch die hinteren Cuticularleisten angedeutet, die dort immer fehlen. Bei

VII. Metrosideros villosa Lin.

sind die Spaltöffnungen der Laub- (Taf. II, Fig. 12) sowie die der Blumenblätter (Taf. II, Fig. 13) ebenfalls im Besitze mächtiger Vorhofleisten; Hinterhofleisten fehlen. Eine besondere Differenzierung der Laubblattspaltöffnungen macht sich nicht bemerkbar; Transpirationsschutz ist durch den Haarfilz gegeben, welcher die Blätter dicht bekleidet.

Die Spaltöffnungen der Blüten weichen von denen der Laubblätter nur darin ab, daß die äußeren Cuticularleisten der letzteren den Vorhof überdachen, während dies an den Blüten nicht der Fall ist.

---

[1] Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie 1904, p. 408, Fig. 166 *A*.

[2] Tschirch: Über einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit spezieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Linnea, Neue Folge IX, 1881.

[3] l. c. p. 228 und Taf. II, Fig. 15.

[4] l. c. p. 228.

VIII. **Mamillaria** sp. Haw.

Die bei dieser Gattung weit vorgezogenen Blattkissen haben eine Epidermis mit stark verdickten Außen- und Innenwänden, welch letztere an ein großzelliges Hypodermsklerenchym grenzen. Nur die Nebenzellen der Schließzellen haben ganz dünne Innenwände. (Taf. II, Fig. 14.) Die Cuticularschicht ist im Verhältnis zur Celluloseschicht recht dünn und wird über den Schließzellen, wo sie in die Bildung der Vorhofleisten eingeht, etwas dicker.

Die Schließzellen befinden sich im Niveau der übrigen Epidermiszellen und zeigen in ihrem Bau nichts Auffälliges.

Die schön ausgebildeten Cuticularleisten überdachen den Vorhof; was ihre Gestalt betrifft, so wäre zu bemerken, daß sie im Querschnitt hakig gekrümmt und scharf zugespitzt sind. Die Hinterhofleisten sind nur angedeutet. Hautgelenke sind wohl ausgebildet. Die Nebenzellen sind etwas schmäler als die übrigen Epidermiszellen.

Hier wird ein Transpirationsschutz durch den Gesamtbau der Assimilationsorgane (zum Teil durch das Hypodermsklerenchym) bedingt; die Spaltöffnungen selbst sind normal entwickelt.

Die Spaltöffnungen der Blüten (Taf. II, Fig. 15) weichen nicht wesentlich von diesen ab. Die Dicke der Wände ist eine bedeutend geringere als in den Blattkissen; die Cuticularschicht ist nur als äußerer dünner Saum vorhanden; über den Schließzellen erreicht sie allerdings eine relativ bedeutende Mächtigkeit und bildet die kleinen äußeren Cuticularleisten, welche am Rande abgerundet erscheinen, schwächer gekrümmt sind und den Vorhof nicht überdachen. Die hinteren Cuticularleisten sind noch schwächer angedeutet als im Blattkissen.

Die Nebenzellen sind größer als die übrigen Epidermiszellen und wölben sich etwas nach außen vor.

Es ist also hier, wo zum Zwecke einer Herabsetzung der Transpiration eine besondere Ausbildung des Spaltöffnungsapparates nicht vorliegt, ein auffallender Unterschied zwischen jenem der Assimilationsorgane und dem der Blüten nicht nachweisbar.

Wie wir gesehen haben, zeigt sich bei den untersuchten Xerophyten im allgemeinen auch in den Perianthblättern ein gewisses Bestreben, die Transpiration auf ein geringeres Maß herabzusetzen. Dieses Bestreben äußert sich jedoch nicht in xerophytischen Anpassungsmerkmalen des Spaltöffnungsapparates, wie dies bei vielen Laubblättern der Fall ist.

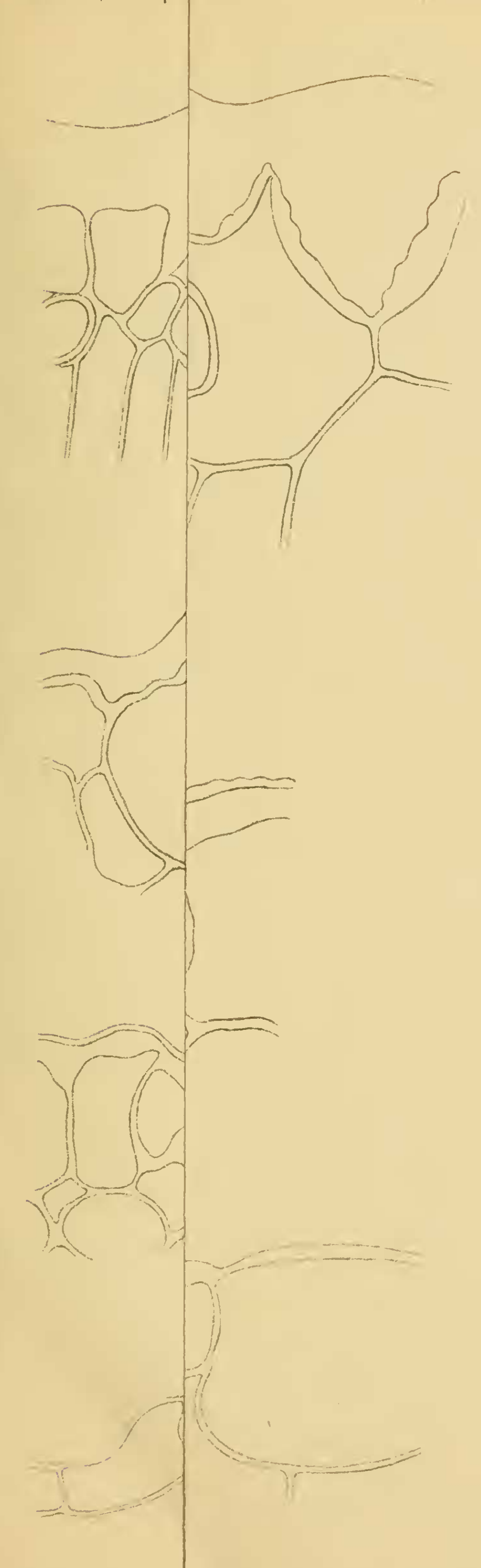
Es werden in den Blüten die Spaltöffnungen vielmehr an geschütztere Stellen verlegt, wodurch allein schon Verminderung der Transpiration bedingt wird; oder aber sie werden nur in geringer Anzahl ausgebildet, fehlen jedoch fast niemals vollständig, was bei diesen nicht-grünen Organen dafür spricht, daß ihr Vorhandensein für den Atmungsgaswechsel unentbehrlich ist. In ihrem Bau weichen sie von den Spaltöffnungen, wie sie bei mittleren Feuchtigkeitsverhältnissen ausgebildet werden, wenig oder gar nicht ab. Bei der Vergänglichkeit der Blütenorgane ist diese Art der Anpassung eine genügende.

Nicht unwesentlich hingegen unterscheiden sich in der Regel die Spaltöffnungen der Blütenblätter in ihrem Bau von jenen der Laubblätter, wofern letztere sich durch besondere Ausbildung einer äußeren Atemhöhle oder eines in eigentümlicher Weise differenzierten großen Vorhofes an die xerophytische Lebensweise angepaßt haben.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Hofrat Dr. G. Haberlandt für die anregende Teilnahme und die freundliche Anleitung meinen aufrichtigsten ergebenen Dank auszusprechen.

Menz, J.: Spa

Taf I.



Joh. Menz del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.